# 從作物營養需求特性談有機質肥料施用要領

王鐘和 林毓雯 丘麗蓉

行政院農業委員會農業試驗所

## 摘　要

瞭解不同種類作物營養需求特性以及土壤與肥料的性質，規劃合理適當的土壤及肥培管理，可提昇作物的產量與品質，發揮肥料效應，節省肥料資源，達到農業生產兼顧環境生態維護之境界。水稻在較低養分濃度環境下已能生長正常，在稻田狀況下，只要化學肥料使用足夠，作物生長被促進，收割後之殘株還原施用即維持一定的有機質含量，長期連用有機肥料之增產幅度不大，且有機肥料價格高於化學肥料，故在稻田可以不必提倡有機肥料之使用。有機米栽培應採用氮素含量高，磷鉀含量較低之高含氮量的豆粕類有機質肥料，較符合經濟成本，且能避免磷鉀過度累積及充分供應氮素。但仍要注意氮素供應之平衡，避免因氮素供應過多，對水稻生育產生不良效果。蔬菜作物具高需肥特性，及植體中含有甚高之水分含量，土壤必需常保持較高之營養分及水分含量，因此施用具保水及保肥能力之有機質肥料自然有其特別之意義。蔬菜園施用有機質肥料必需考量土壤之性質，大致分為兩種情形:（1）低肥力、黏重或砂質之蔬菜園，在經濟狀況許可之情形下應採一次或二次大量施用足夠之含纖維質高之難分解型有機質肥料，可使有良好的理化及生物性質，再依據調整後之性質，適宜地配合施用化學肥料。（2）具高肥力及有機質高之蔬菜園，則宜施用含氮高量之易分解型有機質肥料如油粕類等，可減少施用量，避免磷鉀等養分繼續過度累積。果園施用肥料必需施入較深土層以促使根系向下生長，可提高施肥效率、有利果樹生長。種類以高纖維質之有機質為宜，再配合使用化學肥料，調節氮磷鉀要素吸收之型態，以利果實之生長及品質之提昇。有機水果栽培，則要評估施用有機質肥料之要素釋放型態，避免氮素過度供應，造成抽梢太多，不利果實之生產。目前市售的各種有機質肥料的品質與成份並不穩定，要適當合宜的施用有機質肥料並不簡單。定期診斷土壤的肥力及品質狀況，果樹作物尚需配合葉片營養成分診斷分析，將可作為施肥之重要參考依據。有

機栽培因長期連續施用大量有機質肥料，此項土壤診斷工作，愈加重要。

關鍵詞:作物營養、有機質肥料。

# 前　言

作物生產不同於工業生產，工業生產之產量係與生產原料供給量成直線正比例，源源不斷的供給生產之原料，自然可獲得大量的產品，而作物的產量則受到其本身先天遺傳的最大生產潛能，以及生長環境中的諸多因子如氣候、土壤環境、栽培管理等的影響(王銀波 1985)。合理適當的土壤及肥培管理，可提昇作物的產量與品質，發揮肥料效應，節省肥料資源，達到農業生產兼顧環境生態維護之境界。瞭解不同種類作物營養需求特性以及土壤與肥料的性質，則是能否達到此境界之重要關鍵。依據前人探討不同作物營養需求之水耕試驗資料可知蔬菜作物需要較高濃度之養分供給才能生長正常，果樹次之，而水稻則最低(表 1)(諶克終 1986)。

表 1. 各種作物適宜之養液濃度，單位為 ppm

| 作物名 | 氮 | 磷　酸 | 鉀 |
|---|---|---|---|
| 禾本科 | 10 | 10 | 25~35 |
| 果　樹 | 100 | 10 | 100 |
| 蔬　菜 | 210 | 31 | 234 |

(諶克終 1986)

# 水稻之營養需求特性與有機質肥料施用要領

一.水稻之營養需求特性

水稻對三要素之反應以氮素最為敏感，氮素缺乏則發育不良，產量不高，但施用過量，或施用時期不當，易因生長過旺導致罹患病蟲

害或引起倒伏而減產。水稻自播種至收穫之任何階段均可吸收氮素。前人研究指出以含有穩定低濃度氮素的養液栽培水稻，已能使水稻生長良好(張淑賢及洪崑煌 1979)，但就各生育階段所吸收氮素對稻穀生產之效率而言，則以分蘗盛期及幼穗形成期為最大。分蘗盛期及幼穗形成期氮素養分充足與否，影響穗數、稔實率及千粒重，因此欲獲高產，必需在這兩個時期充分供應氮素肥料。氮肥施於稻田表面後，極易因脫氮作用而揮失，且亦有一部分流失，其損失量因土壤質地而異。因此，氮肥需分次施用，其中基肥需混入土中才能減少損失，而漏水過速之水田則不施用基肥。分蘗盛期之追肥應視分蘗狀況；穗肥應依葉色，調節施用。磷肥以一次作基肥施用為原則，鉀肥則著重追肥分施，避免過早施用而流失(王銀波 1987，連深 1972，作物施肥手冊 1996)。

水稻由於品種、栽培方法以及土壤肥力不斷改進，肥料需要量不斷變化，故有關肥料需要量之試驗亦從未間斷。由田間肥料需要量試驗求得施肥效應與土壤中有效養分含量之相關資料顯示；其中以磷鉀之測定值與施肥效應之關係甚佳，為磷、鉀肥需要量推荐之依據(表2)(作物施肥手冊 1996)。

表 2.水稻之土壤有效磷、鉀速測值與氮磷鉀三要素推薦用量

| 作物別 | 氮素推薦量 (公斤/公頃/作) | 土壤有效磷 (白雷氏第 1 法) 等級 | 速測值 ( ppm) | 磷酐推薦量 (公斤/公頃/作 ) | 土壤有效鉀 等級 | 速測值 (ppm) | 氧化鉀推薦量 (公斤/公頃/作) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 水稻（稉稻） | 中南東部 | 極低 | 0~10 | 一期 70~80 | 極低 | 0~45 | 一期 60~70 |
| | 一期 110~140 | | | 二期 50~60 | | | 二期 80~90 |
| | 二期 100~120 | 低 | 11~30 | 一期 60~70 | 低 | 46~90 | 一期 50~60 |
| | 北部 | | | 二期 40~50 | | | 二期 60~80 |
| | 一期 100~120 | 中 | 31~65 | 一期 40~60 | 中 | 91~150 | 一期 30~50 |
| | 二期 90~110 | | | 二期 30~40 | | | 二期 40~60 |
| （秈稻） | 一期 130~150 | 高 | 66~175 | 一期 20~40 | 高 | 大於 150 | 一期 0~30 |
| | 二期 100~120 | | | 二期 0~30 | | | 二期 0~40 |
| | | 極高 | 大於 175 | 一期 0~30 | | | |
| | | | | 二期 0~20 | | | |

## 二.有機質肥料施用要領

有機肥料對旱作有其重要性，但對於稻田則尚有商榷餘地。有機質肥料中之綠肥依據以往的試驗結果，肥效與化學氮肥並無二致，故其後作應減施氮肥，以避免氮素供應過度之負效果（照片 1）(王鐘和等 1994)。日本之試驗資料顯示堆肥之肥效施用之初期表現雖不如

化學肥料，然在長期施用情形下，其肥效有優於化學氮肥之趨勢(圖1)(Suzuki et al,1990)，我國亦有類似之試驗結果(林家棻等 1973)，但因其增產幅度不大，且有機肥料價格高於化學肥料，故在稻田可以不必提倡有機肥料之使用，僅以鼓勵作物殘株還原於土壤即可（照片2)。蓋在稻田狀況下，只要化學肥料使用足夠，作物生長被促進，其收割後之殘株即維持一定的有機質含量；即使多施有機質亦因分解迅速而難提高土壤有機質水準。比較 50 年代與 60 年代稻田土壤之有機質含量，可見 60 年代雖未施堆肥，但因化學肥料施用之增加及普遍，土壤中有機質含量並未見減低，且有提高之情形(表 3)(林家棻等 1967，林家棻 1981)。

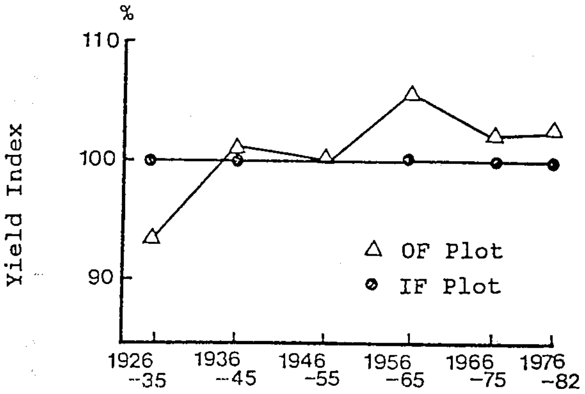


圖 1. 有機質肥料與化學肥料連用試驗稻穀相對收量之變遷
（資料來源：Suzuki et al.1990）

表3. 台灣水田土壤有機質含量之相對比率及分級表

| 有機質含量 | | 1959-1967 | 1978-1981 |
|---|---|---|---|
| 分級 | % | (%) | (%) |
| 很低 | >1 | 14.0 | 6.7 |
| 低 | 1-2 | 50.6 | 38.1 |
| 中等 | 2-3 | 26.9 | 33.1 |
| 高 | 3-4 | 8.3 | 16.0 |
| 很高 | >4 | — | — |

資料來源：林家棻等1967，林家棻1981

有機米栽培，因係屬全有機栽培模式，必需全部使用有機資材來供應水稻生育之養分，稻田之磷鉀肥之效應本就較低，且依據近年來水稻豐欠試驗之資料顯示稻田磷鉀肥力已較往年提高(連深 1998)，故應採用氮素含量高，磷鉀含量較低之菜籽粕、花生粕等高含氮量的豆粕類有機質肥料，較符合經濟成本，且能避免磷鉀過度累積及充分供應氮素。但仍要注意氮素供應之平衡，施宗禮及謝元德 1994 年指出施用高量豆粕類有機質肥料時，因氮素供應過多，對水稻生育產生不良效果。台中區農改場李健捀及陳榮五 1998 報告指出菜籽粕是中部地區水稻有機栽培使用之主要有機質肥料，其氮：磷酐:氧化鉀之比率爲 5.3：2.3：1.3。其推薦量每公頃爲 4,000 公斤，1/2 當基肥使用，約於整地前 10 天用，可以避免插秧後，因菜籽粕醱酵產生之高溫對水稻生長產生危害，並可適時提供水稻初期生長所需之營養元素，1/4 做爲追肥，供應水稻營養生長期間養分之吸收，1/4 做爲穗肥使用。一般慣行之水稻栽培，穗肥於幼穗形成約 0.2 公分時施用最爲適當，但有機質肥料需要時間進行礦化作用，才能釋放出營養成分，因此建議一期作約於幼穗形成前約 8~10 天，二期作約於幼穗形成前約 6~8 天施用最爲適當。有機質肥料應避免於幼穗形成期後再施用，以免因穀粒充實期間，有過量的氮素供應，不利於稻米品質的提昇。

## 蔬菜作物的營養需求特性及有機質肥料施用要領

### 一.蔬菜作物的營養需求特性

雖然不同種類蔬菜作物在吸收養分上有著顯著的差別，但與其他種類作物相比較，蔬菜作物仍有其一定的共同特性，那就是: (1)高需肥性:蔬菜作物在極短之生育期內要吸收大量養分，生成大量之生質量，因此單位時間內單位面積養分之需求量遠高於其他作物(圖2)。(2)喜硝性:蔬菜作物爲旱田作物，長期演化之結果，蔬菜作物對氮素之吸收以硝酸態氮爲主。(3)鹽基置換量高:作物根系鹽基置換量爲根系活力之指標，鹽基置換量高代表根系養分吸收能力強。 (4)對土壤環境品質之要求度高:蔬菜作物普遍較其他種類作物不耐土壤環境逆境，例如:不耐酸性及不耐土壤高鹽分濃度、不耐旱、不耐土壤空氣不足及不耐浸水等等。

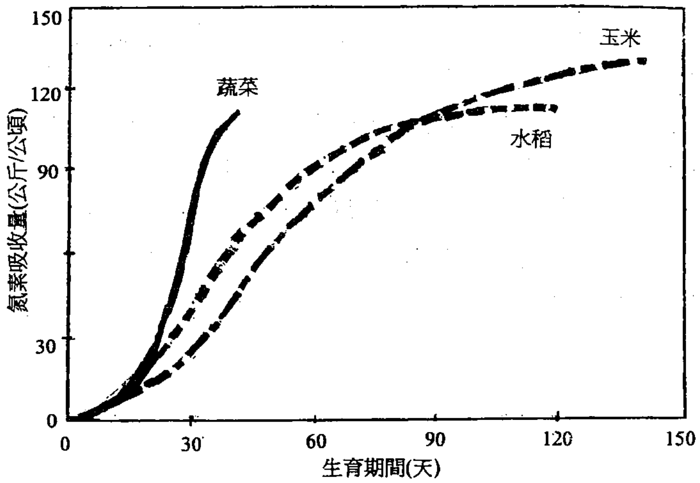


圖 2. 蔬菜、水稻及玉米生育期間累積之氮素吸收量

1.不同種類蔬菜的需肥特性

瞭解不同種類蔬菜之生育及養分吸收特性，參酌栽培地之氣候及土壤條件，配合栽培管理措施，適時、適量地供給生長所需之養分，可獲較佳的產量及品質。圖 3 中顯示蔬菜在各生育期間養分吸收情形因種類不同而異。大致分為下列幾種：

(1)葉菜類蔬菜：葉菜類蔬菜之地上部（葉部）或全株均可為販售之產品，生育期短，極短時間內即吸收了大量營養元素，除了初期生長較緩，養分吸收較少，隨後即快速的生長及吸收養分至收穫為止，故肥料之供給要充足（尤其是氮素，以促進葉部生長），來滿足其初期生長及隨後之快速吸收生長期之所需。

(2)根菜類及結球菜類：根菜類蔬菜由於生長中後期根部肥大時，原地上部植株所含之營養要素可再轉移至收穫部位，因此應注意生育初、中期三要素肥料的施用及生育中、後期有充分之磷、鉀吸收促進根部肥大，且應避免生育後期過度吸收氮素，葉菜類蔬菜之結球菜類亦是類似情形。

(3)果菜類(含豆類)蔬菜：果菜類（含豆類）蔬菜由於開花後有一段時

間係營養生長及生殖生長同時進行，因此生長中、後期的養分供給亦相當重要，此外應注意與開花結果有密切相關之磷、鉀肥之施用。豆類蔬菜如接種根瘤菌時，因有固氮之功能，故氮素肥料量可減少，以發揮固氮的功能。

不同種類蔬菜之肥料施用量及方法依據農委會及農林廳編印之作物施肥手冊中之推薦方法，大致爲短生育期之葉菜類蔬菜推薦施用之肥料量較低，分施之次數也較少，較長生育期之根莖類、瓜果類之推薦用量較高，磷鉀施用量較多，且分施次數也較多，而豆類蔬菜則因有氮之功能，肥料推薦用量較少。此外，各種蔬菜推薦施肥之共用特點，則是均推薦要施用有機質肥料，平均每作推薦用量以 10 至 20 公噸/公頃居多，顯示蔬菜園施用有機質肥料之普遍，因蔬菜園複作指數較高，一年之中施用之量甚多。

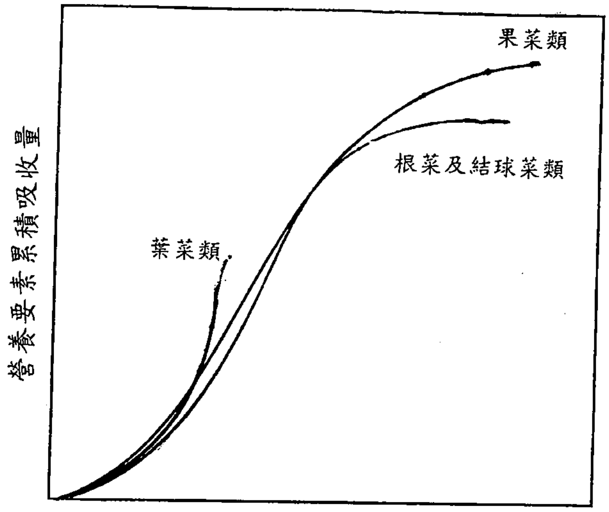


圖 3. 不同種類蔬菜生育期間營養要素之累積吸收量

2.蔬菜園土壤的特性

蔬菜作物生育期短，尤其是葉菜類蔬菜生育期更短，夏季每作約爲 15~30 天，冬季也僅有 30~45 天左右，因而蔬菜園一年之中栽培的作數遠較其他種類作物多。因爲複作指數高，一年之中各個期作累積

施用之有機及化學肥料量遠多於其他作物，因此本省眾多蔬菜園土壤的分析資料顯示蔬菜園土壤含有豐富的營養分鹽類(王銀波等 1994，王鐘和 1998，王鐘和等 2000)。著者 1999 年曾指導桃園市 147 處蔬菜園農友之施肥技術，由蔬菜園表土之土壤分析資料顯示，大部份原屬強酸性土壤蔬菜園之 pH 已顯著提昇，約 30%左右已超過 7.0(表 4)，有機質含量也大幅提昇，高於 3%之蔬菜園達 84%(表 5)，EC 值(土水比為 1:5 之測值)大於 1.0ms/cm 之蔬菜園達 31%(表 6)，由於 EC 值(土水比 1:5)之測值乘以 6~7 倍左右約為土壤飽和抽出液之 EC 值(陳鴻堂 1995)，因此 EC 值(1:5)1ms/cm 相當於飽和液 EC 值 7ms/cm 左右，由於蔬菜作物較其他種類作物不耐鹽害，EC(1:5)大於 1ms/cm，已達顯著影響蔬菜作物生長之範圍，因此有農友反應，蔬菜常有生長異常之情形。有效磷鉀鈣鎂之含量均大幅的高於一般水田或雜糧旱田，有些甚至達數十倍以上(表 7 至表 10)。顯示土壤中累積了相當高量之營養鹽類。交換性鈣含量與 pH 之相關圖顯示高量之鈣含量與 pH 有極顯著之正相關(圖 4)，值得注意的是，其中有幾處蔬菜園之 pH 雖然為強酸性，但卻含有高量之交換性鈣及高的 EC 值(表 11)，此種為假性酸性，因土壤中含有多量之各種離子所致，此種蔬菜園如果施用石灰資材，不但無幫助，反而使鹽分累積更加嚴重。

表 4. 147 處蔬菜蔬菜園表土 pH 之分佈(桃園市，1999)

| PH (1:1) | 蔬菜園數目 | 比率 % | 累積比率 % |
|---|---|---|---|
| <4.5 | 4 | 2.7 | 100 |
| <5.0~4.5 | 16 | 10.9 | 97.3 |
| <5.5~5.0 | 16 | 10.9 | 86.4 |
| <6.0~5.5 | 23 | 15.7 | 75.5 |
| <6.5~6.0 | 27 | 18.4 | 59.9 |
| <7.0~6.5 | 18 | 12.3 | 41.5 |
| <7.5~7.0 | 41 | 27.9 | 29.3 |
| ≧7.5 | 2 | 1.4 | 1.4 |
| 合計 | 147 | 100 | 100 |

表 5. 147 處蔬菜蔬菜園表土有機質含量之分佈(桃園市，1999)

| 有機質含量% | 蔬菜園<br>數目 | 比率<br>% | 累積比率<br>% |
|---|---|---|---|
| <2.0 | 0 | 0 | 100 |
| <3.0~2.0 | 23 | 15.7 | 100 |
| <4.0~3.0 | 99 | 67.3 | 84.3 |
| <5.0~4.0 | 20 | 13.6 | 17.0 |
| <6.0~5.0 | 2 | 1.4 | 3.4 |
| >6.0 | 3 | 2.0 | 2.0 |
| 合計 | 147 | 100 | 100 |

表 6. 147 處蔬菜蔬菜園表土 EC 之分佈(桃園市，1999)

| EC(1:5)<br>ms/cm | 蔬菜園<br>數目 | 比率<br>% | 累積比率<br>% |
|---|---|---|---|
| <0.5 | 49 | 33.3 | 100 |
| <1~0.5 | 52 | 35.4 | 66.6 |
| <1.5~1 | 20 | 13.6 | 31.2 |
| <2.0~1.5 | 13 | 8.8 | 17.6 |
| <2.5~2 | 8 | 5.4 | 8.8 |
| <3.0~2.5 | 3 | 2.0 | 3.4 |
| >3.0 | 2 | 1.4 | 1.4 |
| 合計 | 147 | 100 | 100 |

表 7. 147 處蔬菜蔬菜園表土有效磷含量(桃園市，1999)

| 有效磷含量 (mg/kg) | 蔬菜園 數目 | 比率 % | 累積比率 % |
|---|---|---|---|
| <100 | 3 | 2.0 | 100 |
| <200~100 | 12 | 8.2 | 98.0 |
| <300~200 | 67 | 45.6 | 89.8 |
| <400~300 | 60 | 40.8 | 44.2 |
| ≧400 | 5 | 3.4 | 3.4 |
| 合計 | 147 | 100 | 100 |

表 8. 147 處蔬菜園表土交換性鉀含量(桃園市，1999)

| 交換性鉀含量 (mg/kg) | 蔬菜園 數目 | 比率 % | 累積比率 % |
|---|---|---|---|
| <200 | 2 | 1.4 | 100 |
| <500~200 | 36 | 24.5 | 98.6 |
| <1000~500 | 42 | 28.6 | 73.2 |
| <1500~1000 | 40 | 27.2 | 44.6 |
| <2000~1500 | 17 | 11.6 | 17.4 |
| <2500~2000 | 3 | 2.0 | 6.8 |
| <3000~2500 | 3 | 2.0 | 4.8 |
| ≧3000 | 4 | 2.7 | 2.7 |
| 合計 | 147 | 100 | 100 |

表 9. 147 處蔬菜園表土交換性鈣含量(桃園市，1999)

| 交換性鈣含量 (cmol/kg) | 蔬菜園數目 | 比率 % | 累積比率 % |
|---|---|---|---|
| <10 | 31 | 21.1 | 100 |
| <20~10 | 39 | 26.5 | 78.9 |
| <30~20 | 43 | 29.3 | 52.4 |
| <40~30 | 30 | 20.4 | 23.1 |
| ＞40 | 4 | 2.7 | 2.7 |
| 合計 | 147 | 100 | 100 |

表 10. 147 處蔬菜園表土交換性鎂含量(桃園市，1999)

| 交換性鎂含量 (cmol/kg) | 蔬菜園數目 | 比率 % | 累積比率 % |
|---|---|---|---|
| <3.0 | 23 | 15.7 | 100 |
| <6.0~3.0 | 50 | 34.0 | 84.3 |
| <9.0~6.0 | 54 | 36.7 | 50.3 |
| <12.0~9.0 | 19 | 12.9 | 13.6 |
| ＞12.0 | 1 | 0.7 | 0.7 |
| 合計 | 147 | 100 | 100 |

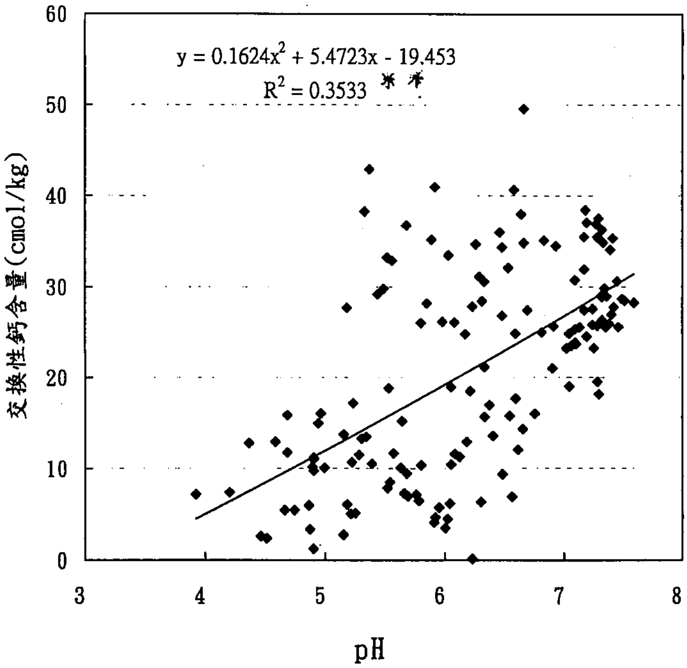


圖 4. 147 處蔬菜園表土 pH 與交換性鈣含量之相關（桃園市，1999）

表 11. 若干蔬菜園表土 pH、EC 及交換性鈣含量(桃園市，1999)

| Item | pH (1：1) | EC(1:5) (ms/cm) | Exch.Ca (cmol/kg) |
|---|---|---|---|
| range | 5.18 ~5.56 | 0.63 ~2.42 | 27.7 ~42.9 |
| mean | 5.41[x] | 1.18 | 33.9 |

[x]：7 處蔬菜園平均

二.有機質肥料施用要領

有鑑於蔬菜作物之高需肥特性，及植體中含有甚高之水分含量，土壤必需常保持較高之營養分及水分含量，因此施用具保水及保肥能力之有機質肥料自然有其特別之意義。蔬菜園施用有機質肥料必需考量土壤之性質，大致分爲兩種情形：

（1）低肥力、黏重或砂質之蔬菜園，在經濟狀況許可之情形下應採

一次或二次大量施用足夠之含纖維質高之難分解型有機質肥料，可顯著改善土壤之保水保肥能力，增進通氣性及緩衝能力等等，使之有良好的理化及生物性質，再依據調整後之性質，適宜地配合施用化學肥料。

（2）具高肥力及有機質高之蔬菜園，則宜施用含氮高量之易分解型有機質肥料如油粕類等，不但可減少施用量，避免磷鉀等養分繼續過度累積，且其快速分解產生之氮素，充足供應蔬菜生長所需。

蔬菜栽培施用有機質肥料之方法，一般以作爲基肥爲原則，配合化學肥料施用。但有機蔬菜則必須追施有機質肥料，其方法如下:

1.基肥:基肥通常都採行於種植前施下，葉菜類採全面撒施，再整地栽培（照片 3）。瓜果類或根菜及結球菜類可以按一定距離條施，再以耕耘機或培土機作畦後種植，或於畦中央開溝施下有機肥，覆土後種植於畦的兩邊（照片 4）。另外，爲避免有機質肥料醱酵不完全，影響種子發芽，有機質肥料施入土中後，如果時間允許，應等到 5~15 天後再進行種植或移植爲宜。

2.追肥:葉菜類蔬菜多數施用基肥即足夠其全期生長之需要，但生育期較長之瓜果類、豆類、根莖類蔬菜等應施追肥，才能得到理想之收穫。追肥的用量與施用次數視作物種類和生長時期而不同，一般採取撒施方法施在地面，距離蔬菜基部約 10cm 左右。如果使用油粕液肥採行噴施或直接灌施入土壤中則可獲得較快效果。

## 果樹之營養需求特性與有機質肥料施用要領

### 一、果樹之營養需求特性

果樹屬多年生植物，每年因生長枝葉及開花結果，從土壤中吸收大量之營養元素，一般氮磷素分配在葉片之比率較高，鉀素在果實中佔有較高之比率(諶克終 1986)。其對土壤有效養分濃度需求之程度不及於蔬菜作物但高於水稻，本省一些果園土壤分析資料顯示果園土壤磷鉀鈣鎂含量高於一般之水田，但低於蔬菜園土壤(表 12)(張淑賢 1993，張茂盛等 2000，張茂盛等 1993，卓家榮 2000，彭德昌 1996，黃祥慶等 1994，鄭榮賢等 1994，洪阿田等 1991)。

表 12. 不同種類果園表土之若干理化性質

| 果樹別 | pH (1：1) | OM % | 有效性養分（mg/kg） P | K | Ca | Mg | 備　註 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 柑橘 | 4.6 | 2.9 | 265 | 294 | 588 | 102 | 張淑賢，1993 (1處) |
| 番荔枝 | 6.2 | 1.90 | 219 | 142 | 1936 | 191 | 張茂盛等，2000 (2處平均) |
| 晚崙西亞甜橙 | 5.2 | 3.30 | 186 | 207 | 1484 | 158 | 張茂盛等，1993 (2處平均) |
| 楊桃 | 5.2 | 2.20 | 278 | 273 | 1012 | 146 | 卓家榮，2000 (20處平均) |
| 文旦 | 4.4 | 1.20 | 15 | 180 | 158 | 65 | 彭德昌，1996 (1處) |
| 枇杷 | 4.0 | 4.00 | 305 | 168 | 215 | 31 | 黃祥慶等，1994 (1處) |
| 愛文檬果 | 5.9 | 2.48 | 51 | 380 | 1200 | 282 | 鄭榮賢等，1994 (1處) |
| 蓮霧 | 5.5 | 1.93 | 132 | 135 | 1107 | 207 | 洪阿田等，1991 (3處平均) |

個別果園的施肥量因樹種、樹齡、結果量、土壤肥力與樹體營養現況而異，個別果園應依本身的條件或土壤與葉片分析結果來調整施肥種類與用量(王鐘和等 2000)。以每株生產60公斤的椪柑樹爲例，每一株每一年約需氮素600公克，磷酐300公克，氧化鉀600公克，換算爲單質肥料量即需尿素1.3公斤，過磷酸石灰1.7公斤、和氯化鉀0.75公斤。或者以台肥5號3.75公斤來施用(張淑賢 1993)。

果樹之施肥方法以柑橘爲例，柑橘的施肥時期主要在採果後(基肥)、春梢萌發前後(春肥)、果實肥大期(夏肥)，以椪柑爲例即11~12月，2~3月及6~7月，桶柑和柳橙則爲12~1月，3~4月及7~8月。枝葉生長需較多氮素，故宜將全年中80%的氮肥分配在基肥和春肥使用，以促進春梢生長，夏肥施氮量宜少以防萌發大量夏秋梢而影響果實品質。幼嫩組織的分化與發育需要磷素，惟冬季與早春低溫之際，根系較不活躍，不利於土壤中磷的吸收，需要磷肥來補充，但磷肥移動性差，撒施於土表，肥效不彰，故磷肥宜在基肥時全量，或基肥和春肥時各半量以條施或穴施深施於根旁。鉀肥促進果實肥大，故而夏肥時鉀肥分配率較高(表13)(張淑賢 1993)。

表 13. 柑橘蘋果樹之施肥時期及分配率

| 品種 / 施肥時期 | 椪柑 | 桶柑、柳橙 | 肥料別及分配率(%) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 氮肥 | 磷　肥 | 鉀肥 |
| 基　肥<br>(果實採收後) | 11~12 月 | 12 月~1 月 | 40 | 50 或 100 | 30 |
| 春　肥<br>(春梢萌發前後) | 2~3 月 | 3~4 月 | 40 | 50 或 0 | 30 |
| 夏　肥<br>(果實肥大期) | 6~7 月 | 7~8 月 | 20 | 0 | 40 |

二、有機質肥料施用要領

作物施肥手冊中推薦之果園施肥方法，普遍均有推薦施用有機質肥料，其施用量採每株每年施用多少量之方式，施用之時期則多在收穫後，如採收後有修剪枝葉，則在修剪後，蓮霧則爲在催花前。施用方法則有穴施、開溝或環形溝等施入溝內(表14)，雖會局部傷害根部，但有機質肥料帶來之保水保肥及有較佳之物理、化學及生物性質等，將促使生長多量之新生根，促進果樹生長。根是植物賴以固著於土壤及執行吸收功能之部位，其生長及活性對作物之生長有密切之相關，任何土壤環境的變動，勢必影響根系之活性及發展，進而影響作物水分養分之吸收及生長。密實的土壤不利於作物根系之發展。良好的土壤環境與適當養分供給可以促進根部細胞分裂激素(Cytokinin)的含量。Dyer and Brown 1983年指出新生根對吸收氮磷鉀具較高之效率。對種子之分化生長及延緩葉片老化均有顯著助益。

表 14. 幾種果樹有機質肥料推薦施用量、時期及方法

| 果樹種類 | 有機質肥料 | | |
|---|---|---|---|
| | 施用量 (公斤/每株) | 施用時期 | 施用方法 |
| 柑橘 | 35 公斤以上 | 採收後 | 條溝狀或穴狀深施 |
| 蓮霧 | 20~30 公斤 | 結果樹催花前 | 開環形施肥溝 |
| 印度棗 | 20~40 公斤 | 修剪萌芽或嫁接成活後 | 開溝 |
| 番荔枝 | 5~10 公斤 | 強剪後 | 開溝 |

資料整理自農委會及農林廳編印之作物施肥手冊，1996

近年來由於農村勞力缺乏、工資昂貴，一般農民施肥不論有機肥料或化學肥料均採用表面撒施，極易誘導根系向土壤表層生長。在乾旱環境下植株抗旱能力不足，易引起根系的傷害，植株生長受阻，降低施肥效果。爲改進此種缺失，肥料必需施入較深土層以促使根系向下生長。蘇德銓及張茂盛1995年指出於每年春季番荔枝強剪後利用小型挖土機，進行開挖寬45公分、深45公分之深層施肥溝，將修剪後之殘枝葉等放入溝底，並將所需有機肥料及推薦之化學肥料，撒施於施肥溝及挖出的土堆上，然後以小型挖土機充分混合後回填溝內（照片5），如此可引導根系向下生長、提高施肥效率、有利果樹生長、提升產量品質。

果園施用之有機質肥料種類以高纖維質之有機質爲宜，再配合使用化學肥料，調節氮磷鉀要素吸收之型態，以利果實之生長及品質之提昇。有機水果栽培，則要評估施用有機質肥料之要素釋放型態，避免氮素過度供應，造成抽梢太多，不利果實之生產（照片6）。

## 結　語

生產高品質的農產品，增加收益，是農業經營者追求的目標，要想達到此目標，完善的肥培管理更形重要，鑑於不同有機質肥料之礦化型態及肥效不同(洪崑煌 1995，鍾仁賜及翁弘明 1998)，且目前市售的各種有機質肥料的品質與成份並不穩定(王鐘和 1999，王鐘和及林毓雯 1999 )，要適當合宜的施用有機質肥料並不簡單。農田土壤的定期健康檢查－「定期的土壤診斷」是重要的關鍵，亦即是定期採取農場土壤進行土壤速測，土壤速測是土壤肥力的快速診斷方法，係利用化學分析方法測定土壤樣品的若干物理化學性質與有效養分含量，藉以診斷該土壤的肥力及品質狀況，果樹作物則需配合葉片營養成分診斷分析，將可作爲施肥之重要參考依據。有機栽培因長期連續施用大量有機質肥料，此項土壤診斷工作，愈加重要。定期診斷農場土壤環境品質狀況，不僅有助於安排養分供需之平衡，也是保障農產品品質及維護農場土壤環境品質之重要手段，更是農場肥培管理成敗之關鍵所在。

# 參考文獻

1. 王銀波。1985。植物營養學。國立中興大學編印。台中。
2. 王銀波。1987。作物施肥法。國立中興大學編印。台中。
3. 王銀波、譚鎮中、黃紋賓。1994。肥料施用與土壤水中銨與硝酸根之分佈－1.蔬菜園與水稻田之比較。土壤與肥料污染研討會論文集。P131-143。
4. 王鐘和、林毓雯、黃維廷、張愛華。2000。永續農業專書第一輯(作物篇)－第三章－作物營養與土壤診斷技術。中華永續農業協會編印中。
5. 王鐘和、李豔琪、林毓雯、丘麗蓉、連深。2000。土壤有效態氮測定及其應用於菜園肥培管理研究。土壤肥料試驗彙報。行政院農委員會農業試驗所編印。P162-172。
6. 王鐘和。1999。堆肥製造技術專書第十五章－堆肥施用策略。191-210 頁。行政院農委會農業試驗所編印。
7. 王鐘和、林毓雯。1999。堆肥施用若干問題探討。第二屆畜牧廢棄資源再生利用推廣研究成果研討會論文集。台灣省畜牧獸醫學會編印。P199-212。
8. 王鐘和。1998。蔬菜作物之施肥策略。永續農業施肥策略研討會專集。P20-25。
9. 王鐘和、連深、洪崑煌。1994。輪作田夏作田菁及其耕耘方式對秋作玉米生育及子實生產之影響。土壤肥料試驗研討會專輯。第1-32 頁。
10. 李健捀、陳榮五。1998。水稻有機栽培。P59-65。農作物有機栽培技術專刊。台中區農業改良場編印。
11. 林毓雯、王鐘和、林木連。2000。不同有機質肥料對不同種類作物之效應研究。土壤肥料試驗彙報。行政院農委會農業試驗所編印。P57-60。
12. 林家棻。1969。台灣農田土壤分析報告。台灣省農業試驗所編印。
13. 林家棻、李子純、張愛華、陳卿英。1973。長期連用同樣肥料對於土壤理化性質與稻谷收量之影響。農業研究 22(4):241~262。
14. 林家棻。1981。台灣農田土壤肥力能限分類調查報告。
15. 周泰鈞、張茂盛。1991。番荔枝果園土壤水分管理對果實品質及產量之影響。土壤肥料試驗報告。臺灣省政府農林廳編印。P88-104。
16. 卓家榮。2000。楊桃營養狀況及果實品質調查。土壤肥料試驗彙報。農業試驗所編印。P157-161。

17. 洪阿田、陳富英、黃志明。1991。蓮霧園施用矽酸爐渣與豬糞堆肥對蓮霧品質及土壤性質影響試驗。土壤肥料試驗報告。臺灣省政府農林廳編印。P77-87。
18. 洪崑煌。1995。有機物對作物生產的功能。有機質肥料合理施用技術研討會專刊。P59-71。
19. 連深。1972。水稻之穗肥效應及診斷研究。農業研究。21(1):11-17。
20. 連深。1998。合理化施肥手冊(1)量身減肥－我們的水田需要減肥了(水稻合理化施肥技術)。P8-13。
21. 黃祥慶、蔡宜峰。1994。強酸性枇杷果園施用土壤改良劑效果之研究。土壤肥料試驗報告。P99-110。
22. 陳鴻堂。1995。設施土壤肥料問題解決對策。設施與集水區土壤肥料講習專刊。中華土壤肥料學會編印。P18-38。
23. 彭德昌。1996。有機質肥料不同施肥法對文旦柚品質與產量之影響。土壤肥料試驗報告。P31-41。
24. 張茂盛、吳玉竹。2000。葉片分析診斷應用於番荔枝肥培管理研究。土壤肥料試驗彙報。農業試驗所編印。P136-149。
25. 張茂盛、蘇德銓。1993。土壤肥料試驗研討會專集。臺灣省政府農林廳編印。P83-89。
26. 張淑賢、黃維廷、連深、吳婉麗。1992。土壤及葉片分析營養診斷應用於柑桔園肥培管理之研究。土壤肥料試驗報告。P167-195。
27. 張淑賢、洪崑煌。1979。氮供應形態、強度、及容量因子對水稻生育的影響。中國農業化學會誌。P24-35。
28. 張淑賢。1993。柑橘的三要素施肥推薦量、施肥時期與施肥方法。降低柑橘產銷成本推廣手冊。臺灣省農業試驗所及嘉義農業試驗分所編印。P1-4。
29. 諶克終。1986。果樹之營養診斷與施肥。徐氏基金會出版。
30. 鄭榮賢、林博誠。1994。有機質肥料對愛文檬果果園土壤肥力、果樹營養及品質改進之效果試驗。土壤肥料試驗報告。P111-120。
31. 蘇德銓、張茂盛。1995。根域調整對晚崙西亞甜橙效應之研究。台灣柑橘之研究及發展研討會專刊。P141-152。
32. 鍾仁賜、翁弘明。1998。有機質肥料對蔬菜生長及全氮組成與土壤肥力之影響。農產廢棄物在有機農業之應用研討會專刊。P136-164。
33. 作物施肥手冊。1986。農委會及農林廳編印。
34. Dyer,D.,and D.A.Brown.1983.Relationship of fluorescent

intensity to ion uptake and elongation rates of soybean roots. Plant and Soil 72:127-134.

35. Suzuki M.,K.Kamekawa,S.Sekiya, and H.Shiga.1990.Effect of continuous application of organic or inorganic fertilizer for sixty years on soil fertility and rice yield in paddy field.Transactions of 14th International Congress of Soil Science,Vol.II14-19.

照片1.綠肥後作之水稻，未減施氮肥，造成氮素供應太多，導致植株倒伏

照片2.稻草還原施用於稻田，配合適當的化學肥料，已能使水田保持良好的肥力及生產力

照片3.葉菜類蔬菜園施用有機質肥料，一般以撒施全量作爲基肥爲原則

照片4.瓜果類蔬菜園施用有機質肥料，以開溝條施及穴施爲原則

照片5.果園開深溝施用有機質肥料及化學肥料，有助於促進根系深入較深土層（照片由蘇德銓博士提供）

照片6.柑橘樹因氮素供應過量，抽梢太多，不利果實生產